

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# ⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 199 51 004 A 1

⑤1 Int. Cl. 7:  
**F 02 M 47/06**  
F 02 M 47/02

②1 Aktenzeichen: 199 51 004.0  
②2 Anmeldetag: 22. 10. 1999  
④3 Offenlegungstag: 26. 4. 2001

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

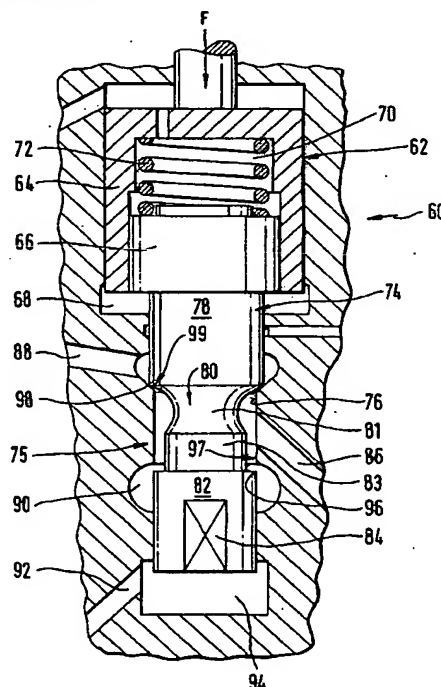
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 195 19 192 C1  
DE 197 01 879 A1  
DE 196 24 001 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hydraulische Steuervorrichtung, insbesondere für einen Injektor

⑤7 Die Erfindung geht aus von einer hydraulischen Steuervorrichtung (60), insbesondere für einen Injektor (16) eines Kraftstoffeinspritzsystems (10) bei Kraftfahrzeugen. Bekannte Steuervorrichtungen weisen einen piezoelektrischen Aktor auf, der ein als A-Ventil ausgebildetes Wegeventil (75) mit einem in einer Ventilbohrung (76) geführten Ventillglied (74) steuert. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, zwischen den Aktor (52) und das Ventillglied (74) einen die Auslenkbewegung des Aktors (52) umkehrenden Übersetzer (62) zu schalten und das Wegeventil (75) als nach innen öffnendes 3/2-Wegeventil auszuführen. Dessen Ventillglied (74) gibt in Wirkverbindung mit einem Ventilsitz (98) und einer Steuerkante (96) Druckmittelverbindungen zwischen Druckmittelkanälen (86, 88, 92) wechselweise frei oder unterbricht diese.



DE 199 51 004 A 1

DE 199 51 004 A 1

Die Erfindung geht aus von einer hydraulischen Steuervorrichtung, insbesondere für einen Injektor eines Kraftstoffeinspritzsystems bei Kraftfahrzeugen entsprechend der Gattung des Anspruchs 1. Eine derartige hydraulische Steuervorrichtung ist aus der DE 196 24 001 A1 bereits bekannt. Diese Steuervorrichtung besteht aus einem piezoelektrischen Aktor und einem vom Aktor gesteuerten Wegeventil mit einem verschiebbar in einer Ventilbohrung geführten Ventilglied. Das Wegeventil ist als konventionelles Sitzventil ausgebildet und steuert eine Druckmittelverbindung zwischen einem Kraftstoff unter Hochdruck führenden Druckmittelkanal und einem Rücklauf. Im nicht angesteuerten Zustand des Aktors ist das Ventilglied vom Ventilsitz abgehoben und gibt damit die oben genannte Druckmittelverbindung frei. Dadurch sinkt das Druckniveau in einer ebenfalls mit dem Hochdruck führenden Druckmittelkanal gekoppelten Einspritzdüse. Mit dem Unterschreiten eines mechanisch vorgegebenen Öffnungsdrucks gibt ein druckgesteuertes Schließelement der Einspritzdüse Einspritzöffnungen frei. Durch diese Einspritzöffnungen gelangt Kraftstoff in einen Brennraum eines Verbrennungsmotors. Mit dem Schließen des Ventilsitzes durch eine elektrische Ansteuerung des Aktors wird der Einspritzvorgang beendet.

Das Druckgefälle am Ventilsitz ist gleichgerichtet zur Hubbewegung des Ventilglieds, so daß das Wegeventil ein sogenanntes, nach außen öffnendes A-Ventil bildet. A-Ventile haben strömungstechnische Nachteile, da die Schließbewegung gegen Hochdruck erfolgt und der Aktor dementsprechend leistungsfähig und voluminös ausgeführt werden muß. Zudem sind A-Ventile aufwendiger in ihrer Herstellung.

#### Vorteile der Erfindung

Demgegenüber weist die erfindungsgemäße hydraulische Steuervorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 den Vorteil auf, daß sie als nach innen öffnendes I-Ventil ausgeführt ist. Bei I-Ventilen ist das Druckgefälle am Ventilsitz entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des Ventilglieds gerichtet. Dadurch wird die Hubbewegung des Ventilglieds beim Öffnen des Wegeventils von einer hydraulischen Zusatzkraft unterstützt, so daß Aktoren mit geringeren Betätigungskräften zur Ventilsteuerung ausreichen. Derartige Aktoren bauen entsprechend kleiner und kompakter und nehmen eine geringere elektrische Leistung auf. Damit sinkt die Belastung der Aktoren, die dadurch robuster und zuverlässiger arbeiten.

Weitere Vorteile oder vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einem nach außen öffnenden A-Ventil, wie es aus dem Stand der Technik bereits bekannt ist. In der

Fig. 2 ist das Detail X nach Fig. 1 vergrößert dargestellt. Es zeigt ein erfindungsgemäß nach innen öffnendes I-Ventil, dem ein hydraulischen Übersetzer vorgeschaltet ist. Im Übersetzer findet eine Kraftumkehr statt.

Fig. 1 zeigt in einer schematisch vereinfachten Darstellung ein Kraftstoffeinspritzsystem 10. Dieses besteht aus einem angetriebenen Druckerzeuger 12 und einem mit diesem gekoppelten Druckspeicher 14. Letzterer ist mit einem Injektor 16 verbunden. Ferner ist eine elektronische Steuereinheit 18 vorhanden, die mit Hilfe eines Drucksensors 20 und eines Druckregelventils 22 den Druck im Druckspeicher 14 konstant hält. An den Druckspeicher 14 sind mehrere Injektoren 16 anschließbar, in Fig. 1 ist jedoch exemplarisch nur einer dieser Injektoren 16 gezeichnet.

Dieser Injektor 16 weist ein Gehäuse 24 auf, in dessen Innenraum 26 eine Nadel 28 angeordnet ist. Letztere steuert mit ihrer Spitze Einspritzöffnungen 30, die in den Brennraum eines nicht gezeichneten Verbrennungsmotors einmünden. Die Nadel 28 ist mechanisch von einer Schließfeder 32 beaufschlagt, die sich an der Wandung des Innenraums 26 und an einem, am innenliegenden Ende der Nadel 28 ausgebildeten Teller 34 abstützt. Zudem wirkt auf den Teller 34 ein koaxial zur Schließfeder 32 angeordneter Stößel 36 ein. Dieser ist in einer Zylinderbohrung 38 des Gehäuses 24 geführt. Die Zylinderbohrung 38 steht über einen Stichkanal 40 mit einer darin angeordneten Drossel 42 mit dem Innenraum 26 in hydraulischer Verbindung, so daß der Stößel 36 hydraulisch belastbar ist.

Ein vom Druckspeicher 14 kommender Druckmittelkanal 44 versorgt den Innenraum 26 und die Zylinderbohrung 38 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff. Dessen Druck belastet über den Stößel 36 die Nadel 28. Zusammen mit der Kraft der Schließfeder reicht die resultierende Kraft auf die Nadel 28 aus, um diese in der dargestellten Schließstellung zu halten.

Darüber hinaus zweigt aus der Zylinderbohrung 38 ein in eine Ventilbohrung 48 einmündender Stichkanal 46 ab. In der Ventilbohrung 48 ist ein von einem piezoelektrischen Aktor 52 beaufschlagbares Ventilglied 50 geführt. Dieses verschließt im angesteuerten Zustand des Aktors 52 einen an der Mündungsstelle des Stichkanals 46 in die Ventilbohrung 48 ausgebildeten Ventilsitz 54 und unterbricht damit eine Druckmittelverbindung zu einem Rücklauf 56, der ebenfalls aus der Ventilbohrung 48 abzweigt. Damit herrscht im Innenraum 26 des Injektors 16 Hochdruck.

Mit der Rücknahme der elektrischen Ansteuerung des Aktors 52 hebt das Ventilglied 50 vom Ventilsitz 54 ab und öffnet die obengenannte Druckmittelverbindung. Der Hochdruck im Injektor baut sich daraufhin ab und die auf den Stößel 36 einwirkende hydraulische Druckkraft entfällt. Die von der Schließfeder 32 aufgebrachte mechanische Druckkraft reicht allein nicht aus, um die Nadel 28 in ihrer Schließstellung zu halten. Die Nadel 28 öffnet deshalb und gibt die Einspritzöffnungen 30 frei.

Mit der erneuten Ansteuerung des Aktors 52 wird der Ventilsitz 54 vom Ventilglied 50 wieder verschlossen, wodurch sich im Innenraum 26 des Injektors 16 wieder Hochdruck aufbaut. Die dadurch hydraulisch belastete Nadel 28 verschließt die Einspritzöffnungen 30 wieder und beendet den Einspritzvorgang.

Bei geöffnetem Ventilsitz 54 ist demnach das Druckgefälle gleichgerichtet zur Hubbewegung des Ventilglieds 50. Dieses Ventilglied 50 bildet damit ein nach außen öffnendes A-Ventil. Ein Einspritzvorgang wird durch Rücknahme der Ansteuerung des Aktors 52 eingeleitet und durch dessen Ansteuerung beendet. Dabei muß der Aktor 52 das Ventilglied 50 gegen Hochdruck schließen und muß dementsprechend leistungstark ausgebildet sein. Neben der Belastung des Aktors 52 steigt dadurch auch dessen Bauvolumen an.

Um diese Nachteile zu vermeiden, wird in Fig. 2 eine

Steuereinrichtung 60 vorgeschlagen, die als nach innen offenes I-Ventil ausgeführt ist. Diese Steuereinrichtung 60, bei der der Aktor nur anhand eines Kraftpfeils F symbolisch dargestellt ist, weist einen hydraulischen Übersetzer 62 auf. Letzterer besteht aus einem topfförmigen ersten Kolben 64 und einem in dessen Inneren geführten zweiten Kolben 66 kleinerer Druckfläche. Die Kolben 64, 66 begrenzen mit ihren Stirnflächen eine mit Druckmittel gefüllte Übersetzkammer 68, die außerhalb eines von den beiden Kolben 64 und 66 eingeschlossenen und nach außen belüfteten Hohlraums 70 liegt. In diesem Hohlraum 70 ist eine Schließfeder 72 untergebracht, die sich an beiden Kolben 64 und 66 abstützt.

Der Kolben 66 ist mit dem Ventiltglied 74 eines Wegeventils 75 verbunden oder einteilig mit einem solchen ausgeführt, wobei das Ventiltglied 74 verschiebbar in einer Ventilbohrung 76 geführt ist. Dieses Ventiltglied 74 hat einen dem Übersetzer 62 zugewandten Steuerkopf 78, der mit zunehmendem Abstand vom Kolben 66 in eine Einschnürung 80 und dann in einen Führungsabschnitt 82 übergeht. Der Führungsabschnitt 82 ist an seinem Außenumfang mit einer Abflachung 84 versehen. Die Einschnürung 80 gliedert sich in eine dem Steuerkopf 78 zugewandte Taille 81 und einen benachbart zum Führungsabschnitt 82 liegenden Zylinderabschnitt 83 mit kleinerem Außendurchmesser als die Ventilbohrung 76.

Ein zu einer nicht gezeichneten Einspritzdüse führender Druckmittelkanal 86 zweigt im Bereich der Einschnürung 80 aus der Ventilbohrung 76 ab, während ein Kraftstoffversorgungschanal 88 im Bereich des Steuerkopfes 78 in die Ventilbohrung 76 einmündet. Zudem ist ein Ringkanal 90 als nutzförmige Erweiterung der Ventilbohrung 76 im Bereich des Führungsabschnitts 82 vorgesehen. Dieser ist über die Abflachung 84 mit einem Rücklauf 92 verbindbar, der aus einer am Ende der Ventilbohrung 76 ausgebildeten Druckkammer 94 abzweigt.

Eine am Übergang von der Einschnürung 80 zum Führungsabschnitt 82 ausgebildete Steuerkante 96 des Ventiltglieds 74 steuert einen zwischen dem Druckmittelkanal 86 und dem Rücklauf 92 liegenden ersten Steuerquerschnitt 97. Dieser erste Steuerquerschnitt 97 ist in der Grundstellung, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, offen. Die in Fig. 2 nicht erkennbare Einspritzdüse ist somit druckentlastet.

Die Ventilbohrung 76 ist am Übergang vom Steuerkopf 78 zur Einschnürung 80 in ihrem Außendurchmesser zurückgenommen.

Die sich ergebende Durchmesseränderung ist als Fase ausgeführt, die als Ventilsitz 98 wirkt. Dieser bildet einen vom Steuerkopf 78 des Ventiltglieds 74 steuerbaren zweiten Steuerquerschnitt 99, der ist in der gezeichneten Grundstellung geschlossen ist.

Mit der Rücknahme der Ansteuerung des Aktors 52 wird dem mit dem Kolben 66 gekoppelten Ventiltglied 74 eine Hubbewegung erteilt, die entgegengesetzt zur Auslenkbewegung des Aktors 52 gerichtet ist. Damit gibt das Ventiltglied 74 den zweiten Steuerquerschnitt 99 frei und sperrt gleichzeitig mit seiner Steuerkante 96 den ersten Steuerquerschnitt 97 ab. Die dabei entstandene Druckmittelverbindung zwischen dem Kraftstoffversorgungschanal 88 und dem Druckmittelkanal 86 bewirkt, daß die Einspritzdüse unter Hochdruck gelangt und ihre Schließstellung einnimmt. Der Druckmittelfluß am geöffneten Ventilsitz 98 ist demnach I-ventiltypisch entgegengesetzt zur Hubbewegung des Ventiltglieds 74 gerichtet.

Beim beschriebenen Wegeventil 75 sind die hydraulisch wirksamen Flächen des Ventilsitzes 98 und des Führungsabschnitts 82 gleich groß ausgelegt. Dadurch herrscht in der gezeichneten Grundstellung Druckgleichgewicht am Ventil-

glied 74. Der Aktor muß demnach nur die Gegenkraft der Schließfeder 72 überwinden, um das Ventiltglied 74 in seine Schaltstellung zu verbringen und kann dementsprechend kompakt ausgelegt werden. Befindet sich das Ventiltglied 74 in der Schaltstellung, so werden die auf das Ventiltglied 74 einwirkenden hydraulischen Kräfte im wesentlichen von der Gegenkraft der Schließfeder 72 ausgeglichen. Im Unterschied zu einem A-Ventil (Fig. 1) erfolgt ein Einspritzvorgang durch Ansteuerung des Aktors 52 und wird durch Rücknahme dieser Ansteuerung wieder beendet.

Selbstverständlich sind Änderungen oder Ergänzungen am beschriebenen Ausführungsbeispiel möglich, ohne vom Grundgedanken der Erfindung abzuweichen.

#### Patentansprüche

1. Hydraulische Steuervorrichtung (60), insbesondere für einen Injektor (16) eines Kraftstoffeinspritzsystems (10), das einen extern betätigbaren Druckerzeuger (12), einen mit dem Druckerzeuger (12) hydraulisch gekoppelten Druckspeicher (14) und mehrere an den Druckspeicher (14) angeschlossene und jeweils einem Brennraum eines Verbrennungsmotors zugeordnete Injektoren (16) umfaßt, mit einem piezoelektrischen Aktor (52) und einem vom Aktor (52) gesteuerten Wegeventil (75), in dessen Ventilbohrung (76) ein Ventiltglied (74) verschieber geführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Aktor (52) und das Ventiltglied (74) ein die Auslenkbewegung des Aktors (52) in die entgegengesetzte Raumrichtung umkehrender hydraulischer Übersetzer (62) geschaltet ist und daß das Wegeventil (75) ein 3/2-Wegeventil bildet, dessen Ventiltglied (74) zwei Steuerquerschnitte (97, 99) wechselweise freigibt oder verschließt.
2. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Steuerung der Steuerquerschnitte (97, 99) einer Steuerkante (96) und ein Ventilsitz (98) vorgesehen sind und daß das Druckgefälle am geöffneten Ventilsitz (98) entgegengesetzt zur Hubbewegung des Ventiltglieds (74) gerichtet ist.
3. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Übersetzer (62) Kolben (64, 66) unterschiedlich großer Kolbenflächen aufweist, daß der erste Kolben (64) topfförmig ausgebildet ist und in seinem Inneren den zweiten Kolben (66) führt, daß zwischen beide Kolben (64 und 66) eine Schließfeder (72) eingespannt ist und daß die Kolben (64, 66) eine gemeinsame Übersetzkammer (68) begrenzen.
4. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ventiltglied (74) am zweiten Kolben (66) verankert ist.
5. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ventiltglied (74) einen im Außendurchmesser verdickten Steuerkopf (78), eine Einschnürung (80) und einen Führungsabschnitt (82) aufweist, daß der Außendurchmesser des Führungsabschnitts (82) größer als der der Einschnürung (80), aber kleiner als der des Steuerkopfes (78) ist und daß der Führungsabschnitt (82) mit wenigstens einer am Außenumfang vorgesehenen Abflachung (84) versehen ist.
6. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ventilsitz (98) an der Übergangsstelle des Steuerkopfes (78) zur Einschnürung (80) an der entsprechend angepassten Innenwandung der Ventilbohrung (76) ausgebildet ist und zwischen einem Kraftstoffversorgungschanal (88) und ei-

nem Druckmittelkanal (86) zum Injektor (16) liegt.

7. Hydraulische Steuervorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilbohrung (76) mit einer nutförmigen Erweiterung (90) versehen ist, die von der Steuerkante (96) des Ventiltglieds (74) 5 gesteuert ist und die an der Ventilbohrung (76) im Bereich der Übergangsstelle der Einschnürung (80) zum Führungsabschnitt (82) des Ventiltglieds (74) ausgebildet ist.

8. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kraftstoffversorgungskanal (88) im Bereich des Steuerkopfes (78) in die Ventilbohrung (76) einmündet und daß ein Druckmittelkanal (86) zum Injektor (16) im Bereich der Einschnürung (80) und ein Rücklauf (92) 15 im Bereich des Führungsabschnitts (82) des Ventiltglieds (74) aus der Ventilbohrung (76) abzweigt.

9. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkopf (78) dem zweiten Kolben (66) zugewandt 20 und der Führungsabschnitt (82) vom zweiten Kolben (66) abgewandt liegt und daß die Einschnürung (80) zwischen dem Steuerkopf (78) und dem Führungsabschnitt (82) angeordnet ist.

10. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschnürung (80) in eine dem Steuerkopf (78) zugewandte Taille (81) und einen dem Führungsabschnitt (82) zugewandten Zylinderabschnitt (83) gegliedert ist, dessen Außendurchmesser kleiner als der Innendurchmesser der Ventilbohrung (76) ist. 30

11. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilbohrung (76) als Sacklochbohrung ausgebildet ist, die in einer Steuerkammer (94) endet, in die das Ventiltglied (74) eintaucht und aus der ein Rücklauf (92) abzweigt. 35

12. Hydraulische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der Grundstellung der Steuervorrichtung (60) die hydraulisch beaufschlagten Flächen der Steuerquerschnitte (97, 99) gleich groß sind. 40

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

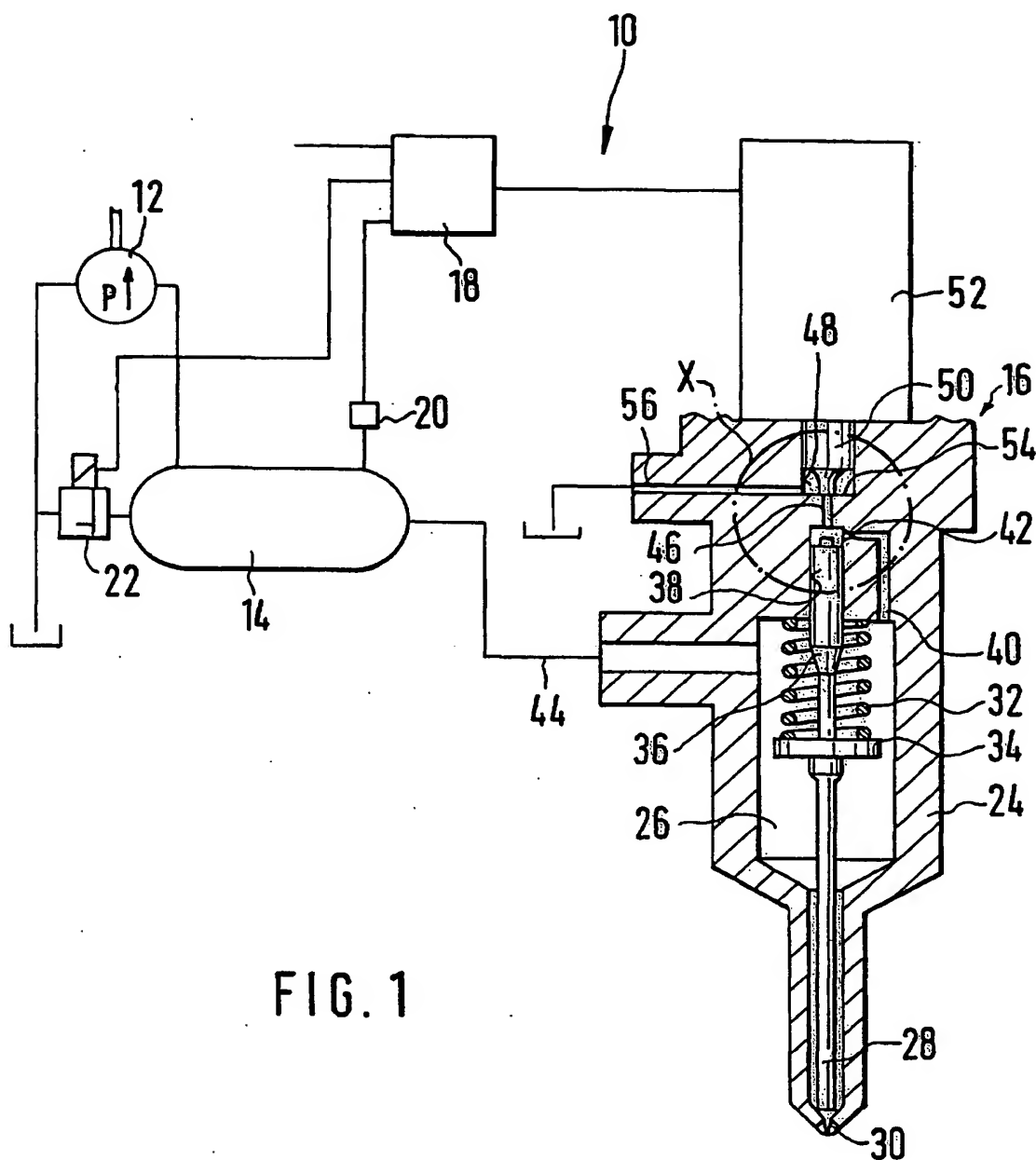


FIG. 1

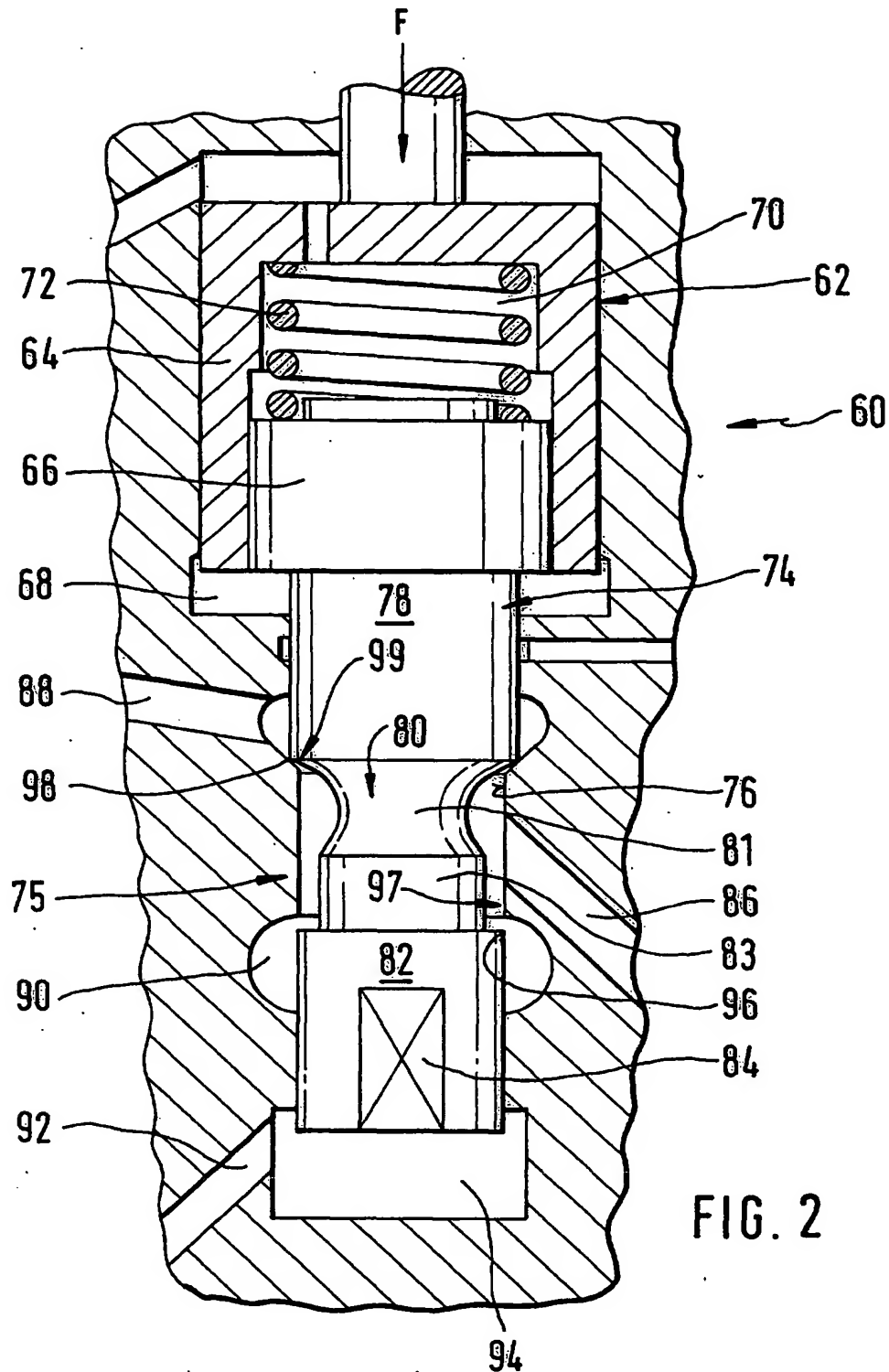


FIG. 2